

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-105359
(43)Date of publication of application : 21.04.1995

(51)Int.Cl. G06T 3/40
G09G 5/36
H04N 1/387

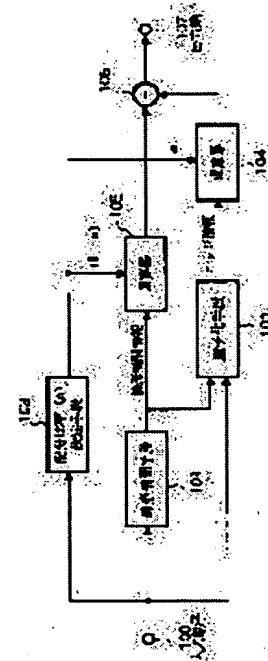
(21)Application number : 05-244737 (71)Applicant : CANON INC
(22)Date of filing : 30.09.1993 (72)Inventor : MIYAKE NOBUTAKA

(54) PICTURE PROCESSOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide the picture processor capable of an excellent resolution conversion at an optional magnification by eliminating jaggy having been already generated from the input without causing interpolation flurring and jaggy when information with low resolution is converted into information with high resolution.

CONSTITUTION: Information with low resolution inputted from an input terminal 100 is interpolated by a linear interpolation means 101 and the interpolation information comprising $(N \times N)$ picture elements corresponding to a noted picture element is quantized by a quantization means 102. The quantization is equivalent to generation of edges and generated edge information and linear interpolation information are synthesized based on an adaptive ratio to avoid a picture of a picturesque tone by artificial edge generation while especially reducing the fog due to interpolation when the input is a natural picture. Furthermore, proper smoothing processing is executed before the interpolation to allow equivalent generation of edges with high resolution after edges of the original information are eliminated and excellent resolution conversion not generating jaggy in a character and a line picture or the like is attained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 11.03.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3092769

[Date of registration] 28.07.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

| | | | | |
|--------------------------|-------|-----------|----------------|---------|
| (51)Int.Cl. ⁶ | 識別記号 | 序内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
| G 0 6 T 3/40 | | | | |
| G 0 9 G 5/36 | 5 2 0 | E 9471-5G | | |
| H 0 4 N 1/387 | 1 0 1 | | | |
| | | 8420-5L | G 0 6 F 15/ 66 | 3 5 5 B |

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 16 頁)

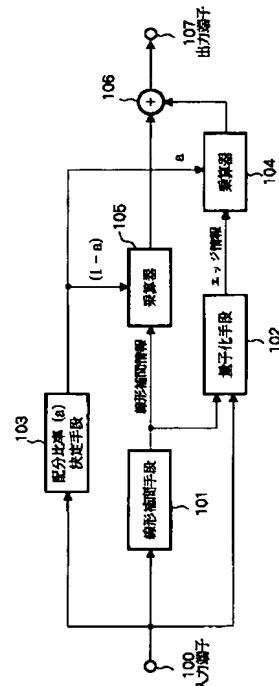
| | | | |
|----------|-----------------|---------|--|
| (21)出願番号 | 特願平5-244737 | (71)出願人 | 000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 |
| (22)出願日 | 平成5年(1993)9月30日 | (72)発明者 | 三宅 信孝 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内 |
| | | (74)代理人 | 弁理士 大塚 康徳 (外1名) |
| | | | |

(54)【発明の名称】 画像処理装置

(57)【要約】

【目的】 低解像度情報から高解像度情報に変換する際に、補間ぼけや、ジャギーを生じることなく、また、入力からすでに生じているジャギーの消滅させて、任意の倍率で良好な解像度変換ができる画像処理装置を提供することを目的とする。

【構成】 入力端子100より入力した低解像度情報を、線形補間手段101で補間後、注目画素に相当する($N \times M$)画素の補間情報を量子化手段102にて量子化する。量子化はエッジの作成に相当し、作成エッジ情報と線形補間情報を適応的な比率に基づいて合成されることにより、入力が自然画像の場合には特に補間ぼけを軽減しつつ、人工的なエッジ作成による絵画調な画像になることを回避することができる。さらに、補間前に適応的な平滑化処理をすることにより、原情報のエッジを崩してから高解像度でエッジを作成することに相当し、文字、線画像等にとってジャギーの発生しない良好な解像度変換が可能になる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 低解像度情報を高解像度情報に変換し、
入力した画像情報の画素数を $(N \times M)$ 倍に増加させる
画像処理装置であって、

低解像度情報 1 画素分を $(N \times M)$ 画素分に補間する補
間手段と、

低解像度上の注目画素に対応する前記補間手段での補間
後の $(N \times M)$ 画素のブロック内の画像情報を n 値 (n
 ≥ 2) に量子化する量子化手段と、

前記補間手段で補間後の $(N \times M)$ 画素単位で前記量子
化手段で量子化した情報と前記補間手段からの補間情報
とを設定した配分比率により加算合成する演算手段とを有
することを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】 前記演算手段における前記量子化手段で
の量子化後の量子化代表値を低解像度注目画素の周辺画
素より算出することを特徴とする請求項1記載の画像処
理装置。

【請求項3】 前記量子化が2値化である場合2値化の
量子化代表値に周辺画素群中の最大値、最小値を割り当
てることを特徴とする請求項2記載の画像処理装置。

【請求項4】 前記量子化手段における量子化の際の閾
値を低解像度注目画素の周辺画素より算出することを特
徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の画像
処理装置。

【請求項5】 前記量子化が2値化である場合、2値化
閾値を前記最大値と前記最小値の平均とすることを特徴
とする請求項4記載の画像処理装置。

【請求項6】 前記演算手段における配分比率を低解像
度上の注目画素周辺の画素値幅により決定することを特
徴とする請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の画像
処理装置。

【請求項7】 前記演算手段における配分比率を低解像
度上の注目画素周辺の画素値幅の変化により決定するこ
とを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれかに記載
の画像処理装置。

【請求項8】 前記演算手段における配分比率を決定す
る低解像度上の注目画素周辺の参照領域の大きさを可変
することを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれかに
記載の画像処理装置。

【請求項9】 前記演算手段における前記量子化代表値
を決定する低解像度上の注目画素周辺の参照領域の大き
さを可変することを特徴とする請求項1乃至請求項8の
いずれかに記載の画像処理装置。

【請求項10】 前記量子化手段における閾値等の量子
化条件を決定する低解像度上の注目画素周辺の参照領域
の大きさを可変することを特徴とする請求項1乃至請求
項9のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項11】 低解像度情報を高解像度情報に変換
し、入力した画像情報の画素数を $(N \times M)$ 倍に増加さ
せる画像処理装置であって、

低解像度情報を平滑化する平滑化手段と、

低解像度情報 1 画素分を $(N \times M)$ 画素分に補間する補
間手段と、

低解像度上の注目画素に対応する補間後の $(N \times M)$ 画
素のブロック内を n 値 ($n \geq 2$) に量子化する量子化手段
とを有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項12】 更に、量子化後の高解像度情報を間引き
する間引き手段を有し、

前記平滑化手段、前記補間手段、前記量子化手段、前記
間引き手段の各処理を複数回繰り返し実行することを特
徴とする請求項1記載の画像処理装置。

【請求項13】 前記繰り返し回数を、繰り返し処理後
の画像と未処理画像との比較によって制御することを特
徴とする請求項1記載の画像処理装置。

【請求項14】 前記平滑化手段の平滑化処理を低解像
度上の注目画素周辺の画素値により適応的に切り換える
ことを特徴とする請求項1乃至請求項13のいずれかに
記載の画像処理装置。

【請求項15】 前記平滑化手段の平滑化処理を、前記
繰り返し回数に応じて切り換えることを特徴とする請求
項1記載の画像処理装置。

【請求項16】 前記注目画素周辺の画素値を n 値 (n
 ≥ 2) に量子化する量子化手段を有し、

該量子化手段による量子化後のパターンにより前記平滑
化手段の平滑化条件を切り換えることを特徴とする請求
項1乃至請求項15のいずれかに記載の画像処理裝置。

【請求項17】 前記補間手段は線形補間により補間処
理を行なうことを特徴とする請求項1乃至請求項16
のいずれかに記載の画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は画像処理装置に関し、例
えば、入力した画像情報を拡大倍倍して出力するプリン
タ等の画像出力装置や、解像度の異なる機種間通信で低
解像度情報から高解像度情報に解像度変換する装置に適
した画像処理装置等に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、入力した低解像度情報を高解像度
情報に解像度変換する方法として、様々な方法が提案さ
れている。しかし、提案されている従来の方法は、対象
となる画像の種類（例えば、各画素毎に階調情報の持つ
多値画像、疑似中間調により2値化された2値画像、固定
閾値により2値化された2値画像、文字画像等）によ
って、その変換処理方法が異なっている。

【0003】 各画素毎に階調情報を持つ自然画像等の多
値画像に対する従来の解像度変換方法である内挿方法は
図25に示す様な、内挿点に最も近い観測点と同じ画素
値を配列する最近接内挿法や、図26に示すような内挿
点を囲む4点（4点の画素値をA、B、C、Dとする）

3

の距離により、(式1)の演算によって画素値Eを決定する共1次内挿法(線形補間法)等が一般的に用いられている。

*

$$E = (1-i) (1-j) A + i \cdot (1-j) B + j \cdot (1-i) C + i j D \quad \cdots \text{ (式1)}$$

{但し、画素間距離を「1」とした場合に、Aから横方向にi、縦方向にjの距離があるとする。(i ≤ 1, j ≤ 1)}

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記従来例には、以下に示す欠点がある。すなわち、図25の方法は構成が簡単であると言う利点はあるが、対象画像を自然画像等に用いた場合には拡大するブロック毎に画素値が決定される為、視覚的にブロックが目立ってしまい画質的に劣悪である。

【0006】また、文字、線画像、CG(コンピュータグラフィック)画像等に用いた場合でも、拡大するブロック毎に同一画素値が連続する為、特に、斜線等には、図27(a), (b)に示す様にジャギーといわれるギザギザの目立った劣悪な画像になってしまう。図27では、縦横ともに2倍の解像度変換の例であるが、倍率が大きくなればなるほど、劣化は大きくなる(図中の“200”、“10”は画素値である)。

【0007】図26の方法は自然画像の拡大には一般的に良く用いられている方法である。この方法では、平均化され、スムージングのかかった画質になるが、エッジ部や、シャープな画質が要求される部分には、ぼけた画質になてしまう。さらに、地図等をスキャンした画像や、文字部を含む自然画像の様な場合には、補間によるぼけの為に、たいせつな情報が受け手に伝わらないこともある。

【0008】図27(c)は図26の方法により、図27(a)の入力画像情報を縦横2倍ずつに補間処理をした画像情報を示している。図27(c)からも明らかな様に、斜線周辺のみならず、斜線そのものも画素値が均一にならず、ぼけが生じてしまう。さらに、ホストコンピュータ上のアプリケーションソフトの制限等により、最近接内挿法の処理が施されるなどして、入力した低解像度情報に、すでにジャギーが発生している場合がある(図28参照)。

【0009】この場合のように、入力情報にすでに発生しているジャギーを消す手段は、いづれの従来例でも改善しえなかつた。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は上述の課題を解決することを目的としてなされたもので、上述の課題を解決する手段として以下の構成を備える。即ち、低解像度情報を高解像度情報に変換し、入力した画像情報の画素数を(N×M)倍に増加させる画像処理装置であつて、低解像度情報1画素分を(N×M)画素分に補間す

4

*【0004】

【数1】

る補間手段と、低解像度上の注目画素に対応する前記補間手段での補間後の(N×M)画素のブロック内の画像情報をn値(n≥2)に量子化する量子化手段と、前記補間手段で補間後の(N×M)画素単位で前記量子化手段で量子化した情報と前記補間手段からの補間情報を設定した配分比率により加算合成する演算手段とを備える。

【0011】また、低解像度情報を高解像度情報に変換し、入力した画像情報の画素数を(N×M)倍に増加させる画像処理装置であつて、低解像度情報を平滑化する平滑化手段と、低解像度情報1画素分を(N×M)画素分に補間する補間手段と、低解像度上の注目画素に対応する補間後の(N×M)画素のブロック内をn値(n≥2)に量子化する量子化手段とを備える。

【0012】

【作用】以上の構成において、入力した低解像度情報から高解像度情報を変換する際に、自然画像等では特に問題となっていた補間によるぼけや、文字、全画像等で特に問題となっていたジャギーの発生を生じることなく、画質的に良好な変換処理が実現できる。さらに、画像作成したアプリケーションソフトの制限等により、すでにジャギーを発生している画像を入力した場合においても、ジャギーだけの曲線を滑らかな曲線へと変換することができる。

【0013】また、量子化することにより補間情報にエッジを作成することができ、又、作成したエッジ情報の合成比率を適応的に変化させることによって、容易に非線形性を変化させることに相当し、入力が自然画像の場合には特に、人工的なエッジ作成による絵画調な画像になることを回避することができる。

【0014】

【実施例】以下、図面を参照して本発明に係る一実施例を詳細に説明する。

(第1の実施例) 図1は本発明に係る第1の実施例を表す要部ブロック図である。本実施例の画像処理装置は、主としてプリンタ等の画像出力装置内部に具備することが効率的であるが、画像出力装置以外の画像処理装置、ホストコンピュータ内のアプリケーションソフトウェアとして内蔵することも可能である。

【0015】図1のブロック図に沿って本実施例の動作手順を説明していく。本実施例では、入力した画像情報を縦N倍、横M倍(N, Mはそれぞれ2以上の整数)の画素数の情報を変換する例について述べる。図中100は入力端子を示し、低解像度の画像情報が入力される。この低解像度情報は、線形補間手段101に送信され、共1

5

次補間処理（以下、「線形補間処理」という）により、元のサンプリング間の画素が埋められ、縦N倍、横M倍の補間情報を生成する。線形補間処理については図26に示した処理と同じである。102は量子化手段を示し、低解像情報の注目画素（ $I \times y$ とする）を中心とするN画素×M画素の補間情報のブロックごとにn値（ $n \geq 2$ ）に量子化する手段を示す。補間情報を量子化することにより、低解像度1画素ごとにエッジを作成することに相当する。このエッジ作成の詳細については後述する（以下、量子化後の情報を「エッジ情報」という）。

【0016】図中103は配分比率決定手段を示す。これは、生成した線形補間情報とエッジ情報との合成において、その配分比率（ a とおく。但し、 $0 \leq a \leq 1$ ）を算出する手段である。この配分比率もN画素×M画素のブロック単位で決定される。この配分比率の決定についても詳細は後述する。その後、求めた配分比率 a を用いて、乗算器104においてエッジ情報は a 倍され、乗算器105において線形補間情報は $(1-a)$ 倍された後に加算器106において合成される。図中107は出力端子を示し、入力された画像情報が $N \times M$ 倍の情報に変換されて出力される。

【0017】図2は、図1に示した量子化手段102の詳細構成を表した図である。本実施例では量子化に2値化

$$TH = (MAX + MIN) / 2$$

決定された閾値情報と、MAX情報、MIN情報は2値化手段115に送信され、入力端子112から入力した線形補間の施された注目画素Eを中心とするブロックの補間情報（注目画素ブロック内）を2値化する。2値化閾値よりも大きな補間画素にはMAX値を割り当てる。小さい補間画素にはMIN値を割り当てる。116は出力端子を示し、117に示した様な2値化代表値をMAX、MINで割り当てるブロックのエッジ情報が输出される。

【0020】図4は線形補間、及び、エッジ作成の様子を示している。説明を簡単にするために一次元方向で示してある。○印は低解像度上のサンプリング点の画素値を示し、X印はその間を内挿する補間点の画素値を示す。中央に位置する○印の点を注目画素とする。図中、

(a)に示す様に、隣接画素からMAX、MINの値を検出し、前述した式により、閾値THを算出する。いま、注目画素を中心とする拡大した画素ブロックを5画素分とすると、図中(b)に示すように、4画素は、TH以上である為、MAXの値をとり、1画素はTH未満である為、MINの値をとる。

【0021】図5は、エッジ情報を生成した例を示している。今、低解像情報の注目画素が図5の(a)に示す様に中央に配してある“80”的画素値であったとする。この注目画素の1画素分が、図5の(b)に示す様に縦N倍、横M倍に補間され、ウインドウ内のMAX値“200”、MIN値“20”、2値化閾値(200 +

6

*化（ $n = 2$ ）を例にして説明する。破線で囲んだ部分が量子化手段に相当する。図中110は低解像情報の入力端子であり、111に示した情報が入力される。A～Iはそれぞれ低解像度情報である。111において、Eの画素が注目画素に相当し、一点鎖線で囲んだ部分が注目画素の近傍画素に対するウインドウである（参照する窓であり注目画素周辺の参照領域の大きさである）。112は線形補間手段からの入力端子を示し、図3に示した情報が入力される。ここでは、 $N = M = 5$ の例について示している。

10

【0018】図3において、破線は各低解像画素を中心としたブロック境界を示し、実線で囲まれた部分が、注目画素Eに対するブロック（以下、「注目画素ブロック」という）となる。また、○印は低解像情報の画素（観測画素）を、×印は補間画素を示している。すなわち、低解像画素Eが補間により 5×5 の25画素分の相当すると考える。

20

【0019】入力端子110から入力した低解像情報はMAX・MIN検出手段113によりウインドウ内の最大値、最小値を検出される。検出されたMAX情報、MIN情報は閾値決定手段114に送信され、2値に量子化される閾値が決定される。本実施例では閾値（「TH」とおく）を以下の式により決定している。

$$\dots \text{ (式3)}$$

20

$20 / 2 = 110$ において2値化され、エッジを作成している。

30

【0022】以上説明したエッジ作成処理により、低解像画像においてエッジ部にひっかかっている画素が、拡大されたブロック内で解像度方向に滑らかなエッジ、すなわち、高解像情報を生成することが可能になる。図6は配分比率決定手段を示している。図中、破線で囲んでいる部分が図1の103で示した配分比率決定手段に相当する。図中、121は入力端子を示し、122に示した低解像情報を入力する。図2で説明したように、Eの画素を注目画素にする。図2のエッジ作成手段と同様に、MAX・MIN検出手段123により、ウインドウ内のMAX値、MIN値を検出する。この検出手段はエッジ作成手段の中のものと共有できることは勿論である。

40

【0023】124は減算器を示し、 $(MAX - MIN)$ の演算が行なわれる。すなわち、このウインドウ内のダイナミックレンジを求めるに相当する。125は重み付け手段を示し、作成したエッジ情報を、より重視するか、また、軽視するかを決定する為に設けた手段である。この重み付けは、システムに最適化する為に実験的に求めても良いし、対象画像に応じて決定しても良い。

50

【0024】図7に重み付けの例を示す。図7(a)～(d)は全て、ウインドウ内のダイナミックレンジに基づき、配分比率 a をいかに算出するかを示している。ダ

イナミックレンジが大きくなるほど、エッジ作成情報の重み（係数a）が増してくるが、線形的なもの（図7（a））、非線形的なもの（図7（b））、クリップしたもの（図7（c））、階段上に設定したもの（図7（d））等、様々な重み付けが考えられる。また、これらの組み合わせも考えられる。これらは、演算により求めて良いし、複雑なものはLUT（ルックアップテーブル）により実現しても良い。こうして求められた配分比率aは出力端子126により出力され、エッジ情報と線形補間情報との合成の配分を司る。

【0025】図8は、配分比率によるエッジ情報と、線形補間情報との合成の効果を示した図である。すなわち、作成したエッジ情報がa倍され、線形補間情報が(1-a)倍されて合成して、図に示した様な滑らかなエッジが作成できる。しかも、前述したようにダイナミックレンジ、すなわち、エッジの大きさの度合いを評価関数にしている為、大きなエッジになる程、作成したエッジ情報が強く依存するような処理ができる（図8の（a）参照）。また、平坦部になる程、線形補間情報が強く依存するようになる為、作成したエッジが悪影響を及ぼすことは無い（図8の（b）参照）。

【0026】以上説明した様に本実施例によれば、入力した低解像度情報から高解像度情報に変換する際に、自然画像等では特に問題となっていた補間によるぼけや、文字、全画像等で特に問題となっていたジャギーの発生を生じることなく、画質的に良好な変換処理が実現できる。さらに、画像作成したアプリケーションソフトの制限等により、すでにジャギーを発生している画像を入力した場合においても、ジャギーだらけの曲線を滑らかな曲線へと変換することができる。

【0027】また、作成したエッジ情報の合成比率を適応的に変化させることによって、容易に非線形性を変化させることに相当し、入力が自然画像の場合には特に、人工的なエッジ作成による絵画調な画像になることを回避することができる。

（第2の実施例）次に本発明に係る第2の実施例を詳細に説明する。第2実施例においては、前述した第1の実施例とは配分比率決定手段、すなわち配分比率を決定する評価関数が異なっている。図9は本発明に係る第2の実施例を示す要部プロック図であり、第2実施例における配分比率決定手段を示している。図9において、図6と同様に、破線で囲んだ部分が配分比率決定手段を示している。図中、図6と同一部には同一番号を付して説明を省略する。

【0028】図9において、130は入力端子を示し、131に示した低解像度情報を入力する。131において、Mの画素を注目画素とし、太線で囲まれた隣接画素8画素を8近傍と称し、一点鎖線で囲んだ周辺画素を24近傍と称することにする。132は8近傍のMAX・MINの検出手段、133は24近傍のMAX・MIN

の検出手段とする。それぞれ検出したMAX、MINを減算器134、135において差分を求める。この処理は8近傍中のダイナミックレンジと、それを含んだ24近傍でのダイナミックレンジを求めるに相当する。それぞれ求めたダイナミックレンジを元に、エッジ角度判定手段136において、エッジがどの程度急峻かを判断する。図10に判断の様子を示す。

【0029】図10において、○印は低解像上のサンプリング点の画素値を示し、×印は、その画素間を内挿する補間値である。いま、説明を簡単にする為に、一次元方向で説明する。中央に位置する○印を注目画素とし、その隣接した両側の画素を8近傍、その外側の画素を24近傍の画素とする。図10の（a）は、8近傍のダイナミックレンジと24近傍のダイナミックレンジの差が少ない場合、図10の（b）は差が大きい場合を示している。

【0030】この2種のダイナミックレンジの情報により、注目画素を囲むエッジの大まかな角度を判断して、配分比率作成手段137に信号を送信する。これは2種のダイナミックレンジの差分でも良いし、また、比率でも相対関係が評価され有効である。配分比率作成手段137では、エッジ角度の大きい場合には、作成したエッジ情報の配分比率を多くするよう、また、エッジ角度の小さい場合には、作成したエッジ情報の配分比率を小さくするよう、配分比率を決定する。決定した配分比率は出力端子126に出力され、図1に示す上述した第1の実施例同様、乗算器104、105に信号が与えられる。

【0031】以上説明したように第2の実施例によれば、作成したエッジ情報の合成比率を適応的に変化させることによって、上述した第1の実施例と同様に容易に非線形性を変化させることに相当し、入力が自然画像の場合には特に、人工的なエッジ作成による絵画調な画像になることを回避することができる。

（第3の実施例）図11は本発明に係る第3の実施例を示す要部プロック図である。第3の実施例は、上述した図1に示す第1の実施例の構成にウインドウ作成手段140が付加されている構成となっている。すなわち、量子化手段102におけるエッジ作成でのMAX、MINの算出に用いるウインドウを可変に構成するものである。前述した実施例でも説明した様に、8近傍のウインドウのみではエッジのピークを検出しているとは言えない場合がある。

【0032】そこで第3実施例においては、周辺画素値の状況により、ウインドウ作成手段140がエッジのピークを包括するウインドウを適応的に作成し、そのウインドウ作成手段140で作成したウインドウにおけるMAX・MINを閾値THの作成に使用する。これにより、エッジのピークを包括するウインドウを適応的に作成でき、確実にエッジのピークを検出することができ

る。

【0033】また、このウインドウ作成手段140で作成したウインドウにおけるMAX・MINを配分比率決定手段103に供給する様に構成し、配分比率の決定にも用いるようにすることも可能である。以上に説明した第1～第3の実施例において、閾値算出や、配分比率算出の為のウインドウの大きさは、入力画像の種類によって8近傍の固定、24近傍の固定など予め設定しても良い。

【0034】また、配分比率は入力画像の種類、使用者の好みによって、変化できる構成であっても良い。また、エッジの作成は前述した閾値による2値化を説明したが、他の方法であっても良いことは勿論である。また、量子化には2値化($n=2$)を説明したが、同様に、周辺画素のウインドウから量子化代表値、閾値を設定して、補間処理後の注目画素ブロック内を2値以上の多値に変換してもよい。多値化の操作により、エッジの急峻さを軽減することも可能である。

【0035】また、今まで、説明を容易にする為に、2値化したエッジ画像の作成、線形補間情報の作成、そしてその2種画像の合成を独立に説明してきたが、実際の処理では、線形補間後の情報により、閾値TH以上の画素には、

Levelout = a × MAX + (1 - a) × Levelin

TH未満の画素には、

Levelout = a × MIN + (1 - a) × Levelin

但し、Levelinは線形補間後の各画素値、Leveloutは同画素位置の出力値、aは配分比率($0 \leq a \leq 1$)である。}として、同時に算出できるのは当然である。

【0036】以上説明したように、第1～第3の実施例によれば、入力した低解像度情報から、エッジ情報を推測作成し、その情報を付加するため、視覚的にぼけた感じの無い、エッジのシャープな高解像度情報を作成することができる。また、作成したエッジ情報の合成比率を適応的に変化させることによって、容易に非線形性を変化させることに相当し、入力が自然画像の場合には特に、人工的なエッジ作成による絵画調な画像になることを回避することができる。

【0037】(第4の実施例) 図12は本発明に係る第4の実施例を示す要部ブロック図である。前述までの第1～第3の実施例は、主に自然画像の解像度変換に有効であったが、第4の実施例は、主にホストコンピュータ上のPDL(ページ記述言語)や、様々なアプリケーションソフトにより作成した、文字、線画像等に有効である。

【0038】図12のブロック図に沿って第4の実施例の動作手順を説明していく。図中、100は入力端子を

示し、低解像の画像情報が入力される。入力後の画像情報は平滑化手段150に送信される。図13に第4の実施例で使用する平滑化フィルタの一例を示す。当然、他の平滑化フィルタでも良いことは勿論である。平滑化手段150で平滑化された画像情報は線形補間手段101に送信され、平滑化後の画像情報を縦N倍、横M倍の補間を実行する。

【0039】補間後の情報は、量子化手段102に送信され、前述の実施例同様、画素数が増加した注目画素ブロック内にエッジの作成を行なう。この操作は、原情報(低解像度情報)のエッジを崩し、画素数を増加した状態で新たなエッジ(高解像度情報)を作成するため、原情報に依存したジャギーの生じたエッジになることはない。

【0040】図14を参照して第4の実施例の処理を実際の値を基に説明する。図14の(a)は、ある入力画像中の一部分である。今、破線で囲んだ画素が注目画素、一点鎖線で囲んだ部分がウインドウとする。図14の(b)は平滑化後の(a)と同じ部分の画素値を示している。破線の注目画素は平滑化の為、“200”が“150”的に変換されている。

【0041】図14の(c)は注目画素付近の線形補間後の画素値を示している。今、 $N=M=3$ として、1画素分が9画素に増加している。図14の(c)において、破線で囲んだ9画素が注目画素ブロックである。この注目画素ブロック内を2値に量子化する。図14(a)のウインドウより、MAX=200、MIN=50であるので、2値化閾値は、TH=125として2値化し、TH以上の画素にMAX値を、TH未満の画素にはMIN値を代入する。その結果を図14(d)に示す。図14(e)は、他の注目画素に対しても同様の処理をした後の最終結果を示している。この例からも明らかな様に、ジャギーを生じることなく、任意の倍率で良好な解像度変換が実現できる。

【0042】(第5の実施例) 図15は本発明に係る第5の実施例を表す要部ブロック図である。図中、前述の実施例と同一部には同一番号を付して説明する。図中160はフィルタ選択手段を示し、入力画像から、平滑化のフィルタとしてどのフィルタを用いるかを適応的に選択する手段である。これは例えば、図13に示した平滑化フィルタにてフィルタ処理してしまうと、複数のエッジの込み言葉ではエッジがひとまとまりになってしまったり、細線の部分では、線の途切れ、消滅が発生したりするという問題点があるが、第5の実施例においては係る問題点を解決するために、入力画像のウインドウ内のパターンによってフィルタを切り換える。

【0043】図15において、平滑化手段150の前に、フィルタ選択手段160を設け、フィルタ群161の中の、どのフィルタを選択するのかを判断する。フィルタ選択手段160の例を図16に示す。図16において

11

て、170は入力手段を示し、171に示した注目画素周辺のウィンドウ内の画素情報が入力される。172はMAX・MIN検出手段を示し、ウィンドウ内の最大値、最小値を検出する。173は閾値決定手段を示し、MAX、MINの値から閾値THを算出する。174は2値化手段を示し、注目画素のみならず、ウィンドウ内の各画素を2値化する手段である。例えば、171のウィンドウであれば、ウィンドウ内の9画素(A~I)が2値化されることになる。2値化された9ビットのウィンドウ情報はLUT(ルックアップテーブル)175に送信され、最適なフィルタを選択する(176は出力端子)。

【0044】LUT175には、あらかじめ、平滑化による弊害を起こすパターンを実験的に求め、図17のような注目画素に重み付けしたフィルタを選択するよう設定したり、フィルタをスルーに設定してもよい。図18に、図13のフィルタでは弊害を起こすおそれのある代表的なパターンを示す。図18の(a)、(b)は細線のパターンであり、平滑化により細線が切れてしまう可能性がある。図18の(c)、(d)は角部にあたるパターンであり、平滑化により角が丸まってしまう可能性がある。第5実施例では、このような様々なパターンをLUTに設定しておくことで、適応的なフィルタを選択することができ、前述した弊害を防ぐことができ、ジャギーの生じる可能性のある部分だけを処理することができる。

【0045】図16に示したMAX・MIN検出手段、閾値決定手段、2値化手段等は、図15に示した量子化手段(図2の構成)のものと共有できることは当然であるし、MAX値、MIN値や閾値の1度求めた演算結果を格納しておけば効率的である。また、第5実施例では、ウィンドウ内の2値パターンによりフィルタの切り替えを実現したが、注目画素周辺のエッジの複雑性を評価関数にして、演算によりフィルタの切り替えを司ることも可能である。

【0046】(第6の実施例)図19は本発明に係る第6の実施例を示す要部ブロック図である。本実施例は、入力した低解像情報の時点で、画像入力のデバイスの制限や、画像作成したアプリケーションソフトの制限等により、すでにジャギーを有している画像情報に特に有効である。スイッチ180は、初めは、端子Aに接続され、入力画像情報は平滑化手段150に送信される。平滑化された画像情報は線形補間手段101に送信された後、補間情報を量子化手段102により量子化され、拡大した情報の中でエッジの作成を行なう。

【0047】作成したエッジ情報は、スイッチ181において、端子Bに接続されていて、線形間引き手段182に送信される。線形間引き処理の方法を図20に示す。図20は説明を簡単にするために、一次元方向で示してある。○印はエッジを作成した高解像情報の画素を、

12

×印は線形間引きのサンプリング画素を示している。図20では1/2に間引きする例を示しているが、本実施例では、図19の入力端子100にて入力した画像の解像度と同一になるまで、この間引き処理を実行する。

【0048】間引き処理され、解像度が入力画像と同じになると、スイッチ180では、端子Bに接続され、再び、同様の動作が実行される。スイッチ180、181の制御はパスカウンタ183が司り、予め設定したパス数だけ、平滑化、エッジ作成、間引き処理のループが実行される。設定したパス数だけこの処理を繰り返すと、スイッチ181にて端子Aに接続され、拡大された画像情報が出力端子107に出力される。この一連の繰り返し処理により、もともと存在していたジャギーが平滑化され、新たなエッジを作成していくことを繰り返す為、ジャギーは滑らかな曲線へと変換することが可能である。しかも、エッジを作成する為、補間処理によるぼけた画像にはならない。

【0049】図21に第6実施例による処理結果の一例を示す。これは、例えば、ホストコンピュータ上のアプリケーションソフトで画像を作成した線画像を入力した場合と仮定する。説明を容易にする為、四角で囲んだ単位格子が1画素とする。入力した低解像度情報からすでにジャギーが生じている(図21の(a))。

【0050】図21の(b)に第6実施例の平滑化、エッジ作成の繰り返し処理による処理結果を示す。単位格子が(a)よりも小さくなっているのは、高解像度に変換されている為である。以上説明した様に第6実施例によれば、繰り返し処理により、原情報から生じているジャギーを滑らかな曲線へと改善していくことができる。

【0051】(第7の実施例)図22は本発明に係る第7の実施例を示す要部ブロック図である。図中、前述の実施例と同一部には同一番号を付して説明する。第7実施例においては、図19に示した第6の実施例に比べ、ループの繰り返し回数の制御が異なっている。図22において、190は繰り返し決定手段を示し、入力端子100により入力した原画像情報と、エッジを作成して拡大された補間画像情報の2種の画像情報を入力する。

【0052】繰り返し決定手段190では、原画像情報の画素値を単純に拡大倍率分だけ繰り返し配置していく、いわゆる前値補間の画像情報と、エッジを作成した画像情報を比較し、充分にジャギーが取り切れているかを判断して、スイッチ180、181の切り替えを制御する。すなわち、ジャギーの取りきれない間は、スイッチ180、181は端子Bに接続され、繰り返し処理が施される。

【0053】ジャギーが取り切れたと判断された場合には、スイッチ181は端子Aに接続され、処理画像は出力端子107に出力される。判断の一例として、前述した前値補間画像情報と、エッジ作成情報との誤差電力が、ある設定した閾値以上になっているかを、判断の評

13

価関数にしても良い。以上説明した様に第7の実施例によれば、上述した第6の実施例同様、平滑化、拡大してエッジ作成、間引きを繰り返すことにより、ジャギーが軽減され、その代わりに滑らかな曲線が形成され、最終的には良好な画像が outputされる。

【0054】(第8の実施例) 図23は本発明に係る第8の実施例を示す要部ブロック図である。図中、上述した図19に示す第6の実施例と同一部には同一番号をして説明する。第8の本実施例では第6の実施例と比し量子化手段200が一部異なっている。図24に第6の実施例の量子化手段の概要を示す。これは、図2に示した量子化手段とは、2値化手段210における量子化代表値であるMAX、MINの情報を外部から入力している点が異なっているのみで、その他は同一である(破線部が量子化手段200)。すなわち、図19に示した実施例では、線形間引き手段により、原画像の濃度が平均化され、その為、ダイナミックレンジが小さくなり、さらに繰り返し処理により、原画像との濃度の差がますます大きくなる虞がある。これに対して第8の実施例は、前述した問題点を改善する為の手段であり、エッジを作成する閾値を決定する為のMAX、MINは線形間引き後(1回目は原情報)のウインドウによる情報を用い、エッジが作成した後の2値化代表値となるMAX、MINは、原画像の情報(図24の入力端子211)を用いることに特徴がある。この処理により、2値化される量子化代表値は、常に原画像情報の画素値になり、解像度方向でのジャギーの改善のみで濃度変化の副作用は回避できる。

【0055】また、第8の実施例では、繰り返し処理の中で、毎回、MAX、MINの値を原画像情報から入力しているが、以上の例に限定されるものではなく、繰り返し処理の最終回、例えばN回ループの場合では、N回目の処理のみ原画像のMAX、MINを用い、(N-1)回目までの処理では、図1の実施例同様、線形間引き後(1回目は原情報)のMAX、MINを用いることも効果的である。

【0056】また、今までの実施例の説明で補間手段は、全て線形補間を例にして説明してきたが、これに限定するものではない。以上に説明した第4～第8の実施例においては、エッジの作成手段は $\{(MAX+MIN)/2\}$ の閾値による2値化を説明したが、他のエッジ作成手段であってもよいことは勿論である。

【0057】また、入力画像の部分的な特徴を基に適応的に平滑化フィルタを切り換える実施例を説明したが、繰り返し処理の回数に応じてフィルタを切り換えることも有効である。以上説明したように、第4～第8の各実施例によれば、入力した低解像度情報から高解像度情報に変換する際に発生するジャギーや、画像入力のデバイスの制限や、画像作成したアプリケーションソフトの制限等によりすでに発生しているジャギーを滑らかな曲線

14

へと変換することができる。

【0058】また、繰り返し回数を制御することにより、滑らかさを制限することが可能である。また、適応的なフィルタ処理により、曲線へと変換する部分をきり分けることが可能である。このように、上述した第1～第8の各実施例によれば、低解像度の画像情報を高解像度情報へ容易に変換できるため、解像度の異なる機種間通信や、拡大変倍して、高画質な画像を出力するプリンタや、複写機に適用することによりそれぞれに高画質な画像を出力することができる。

【0059】尚、本発明は、複数の機器から構成されるシステムに適用しても1つの機器から成る装置に適用しても良い。また、本発明は、システムまたは装置にプログラムを供給することによって達成される場合にも適用できることはいうまでもない。

【0060】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、入力した低解像度情報から高解像度情報に変換する際に発生するジャギーや、画像入力のデバイスの制限や、画像作成したアプリケーションソフトの制限等によりすでに発生しているジャギーを滑らかな曲線へと変換することができる。また、繰り返し回数を制御することにより、滑らかさを制御することが可能であり、適応的なフィルタ処理により、曲線へと変換する部分をきり分けることが可能である。

【0061】更にまた、本発明によれば、入力した低解像度情報からエッジ情報を推測作成し、その情報を附加するため、視覚的にぼけた感じの無い、エッジのシャープな高解像度情報を作成することができる。また、作成したエッジ情報の合成比率を適応的に変化させることによって、容易に非線形性を変化させることに相当し、入力が自然画像の場合には特に、人工的なエッジ作成による絵画調な画像になることを回避することができる。

【0062】このように、本発明によれば低解像度の画像情報を高解像度情報へ容易に変換できるため、種々の装置に適用することができ、例えば、解像度の異なる機種間通信や、拡大変倍して、高画質な画像を出力するプリンタや、複写機が提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る第1の実施例を示す要部ブロック図である。

【図2】図1の量子化手段を示す要部ブロック図である。

【図3】本実施例の線形補間の説明図である。

【図4】本実施例の線形補間と2値化を説明する為の図である。

【図5】本実施例の2値化の例である。

【図6】図1の配分比率決定手段の詳細構成を示す図である。

【図7】図6の重み付け手段の例を説明する図である。

15

【図 8】エッジの大きさによる配分比率の違いの説明図である。

【図 9】本発明に係る第 2 の実施例の配分比率決定手段の図である。

【図 10】第 2 の実施例のエッジの角度の違いの説明図である。

【図 11】本発明に係る第 3 の実施例を示す要部プロック図である。

【図 12】本発明に係る第 4 の実施例を示す要部プロック図である。

【図 13】第 4 の実施例における平滑化フィルタの一例である。

【図 14】第 4 の実施例における処理例である。

【図 15】本発明に係る第 5 の実施例を示す要部プロック図である。

【図 16】図 15 におけるフィルタ選択手段の詳細構成図である。

【図 17】図 15 における平滑化フィルタの一例である。

【図 18】図 16 における 2 値化後のウインドウパターンの例である。

【図 19】本発明に係る第 6 の実施例を示す要部プロック図である。

【図 20】第 6 の実施例の線形間引き処理の説明図である。

【図 21】第 6 実施例の効果を説明する為の図である。

【図 22】本発明に係る第 7 の実施例を示す要部プロック図である。

【図 23】本発明に係る第 8 実施例を示す要部プロック図である。

【図 24】第 8 実施例の量子化手段の要部プロック図である。

【図 25】従来例である最近接内挿法を示す図である。

【図 26】従来例である共 1 次内挿法を示す図である。

【図 27】従来例の処理例を示す図である。

【図 28】入力画像情報の一例を示す図である。

【符号の説明】

100 入力端子 (低解像度画像入力)

101 線形補間手段

102 量子化手段

103 配分比率 (a) 決定手段

16

104, 105 乗算器

106 加算器

107 出力端子 (N × M 倍画像情報)

110 入力端子

111 低解像度情報

112 入力端子

113 MAX MIN 検出手段

114 閾値決定手段

115 2 値化手段

10 116 エッジ作成手段の出力

117 エッジ情報

121 入力端子

122 低解像度情報

123 MAX MIN 検出手段

124 減算器

125 重み付け手段

126 出力端子

130 入力端子

131 低解像度情報

20 132 8 近傍 MAX MIN 検出手段

133 24 近傍 MAX MIN 検出手段

134, 135 減算器

136 エッジ角度判定手段

140 ウィンドウ作成手段

150 平滑化手段

160 フィルタ選択手段

160 フィルタ群

170 入力端子

171 低解像度情報

30 172 MAX MIN 検出手段

173 閾値決定手段

174 2 値化手段

175 LUT (ルックアップテーブル)

176 出力端子

180, 180 スイッチ

182 線形間引き手段

183 パスカウンタ

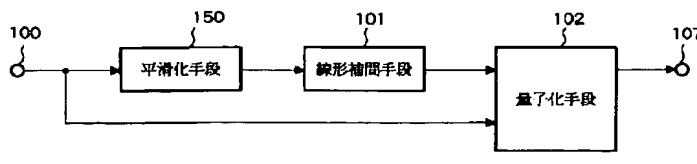
190 切り返し決定手段

200 量子化手段

40 210 2 値化手段

211 入力端子

【図 12】



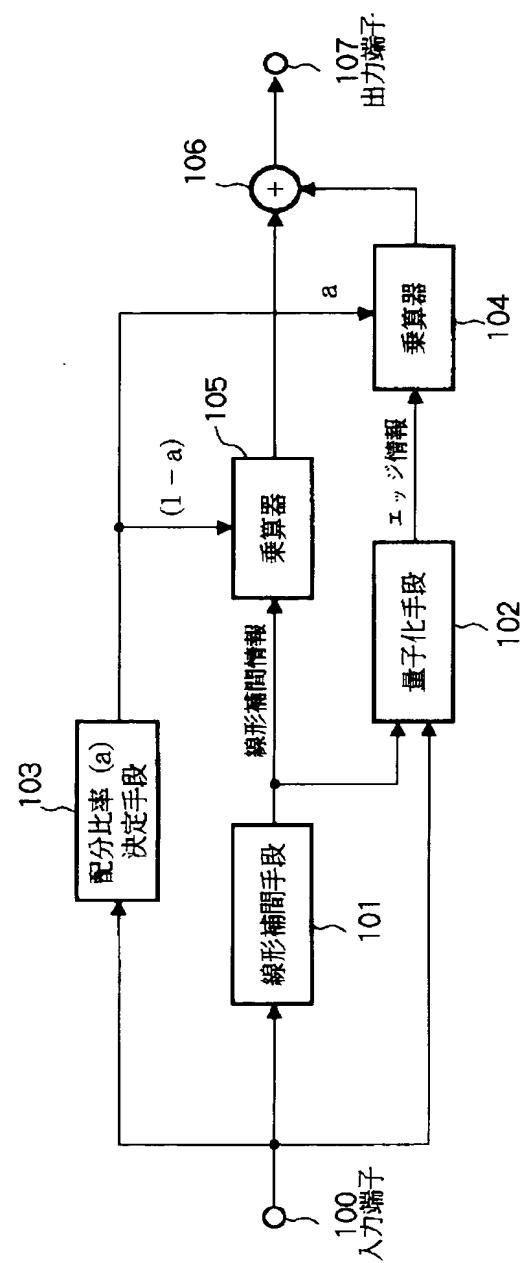
【図 13】

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |
| 1 | 8 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

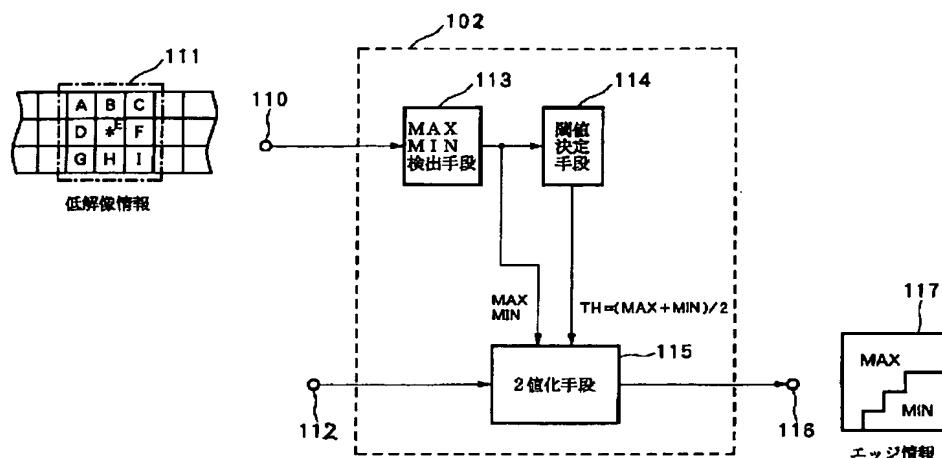
【図 17】

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |
| 1 | 8 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

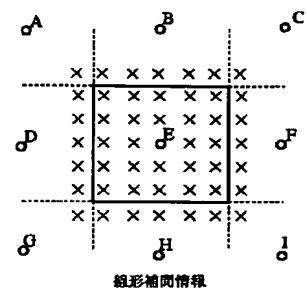
【図1】



【図2】

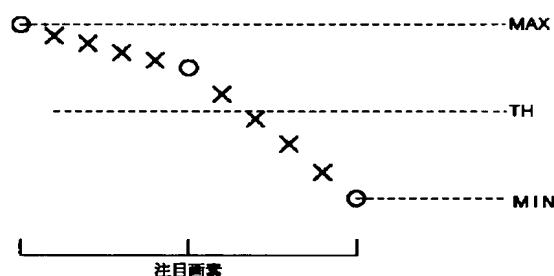


【図3】



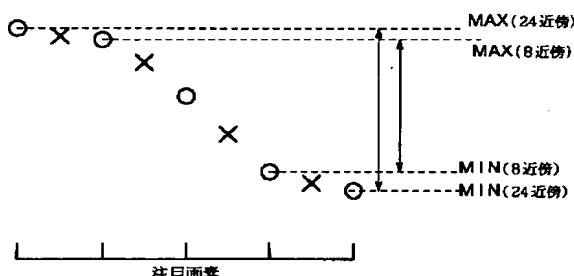
【図4】

(a)

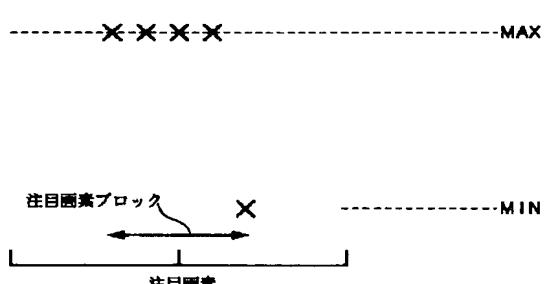


【図10】

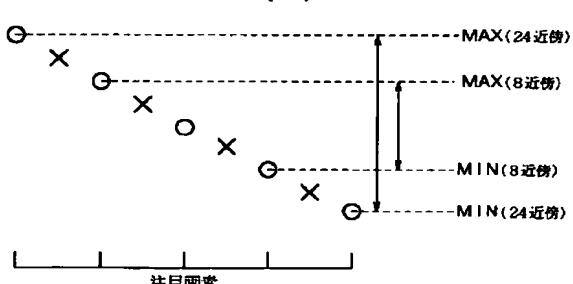
(a)



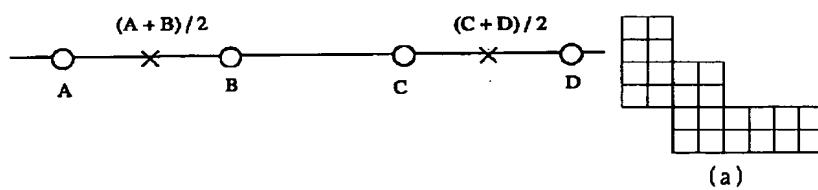
(b)



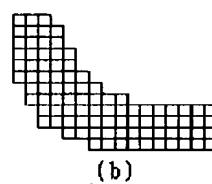
(b)



【図20】



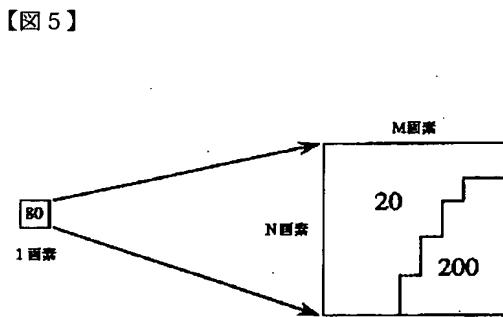
【図21】



【図5】

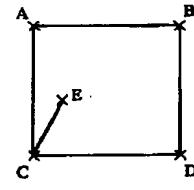
| | | |
|----|-----|-----|
| 20 | 20 | 60 |
| 20 | 80 | 190 |
| 20 | 140 | 200 |

(a)

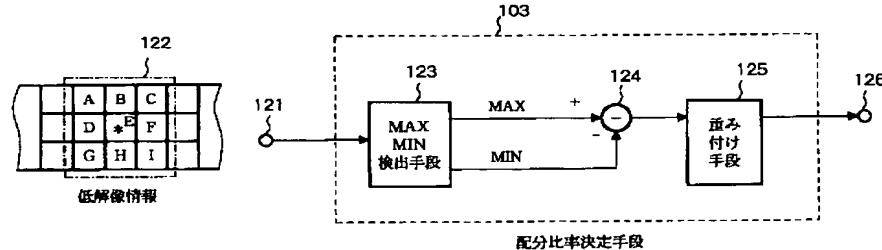


(b)

【図25】



【図6】

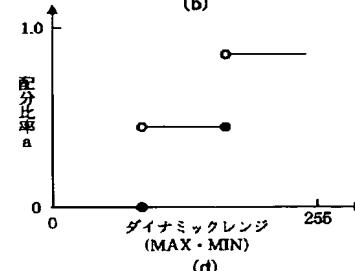
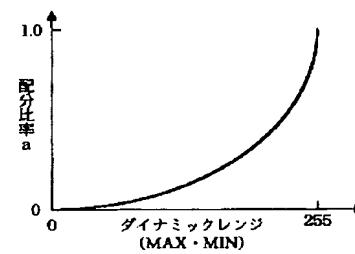
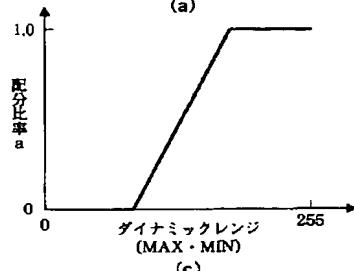
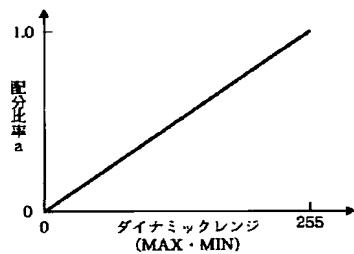


【図28】

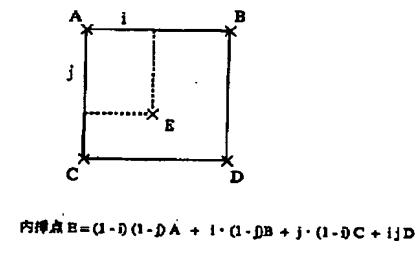
200 200 10 10
200 200 10 10
10 10 200 200
10 10 200 200

すでにジャギーの生じている
入力情報

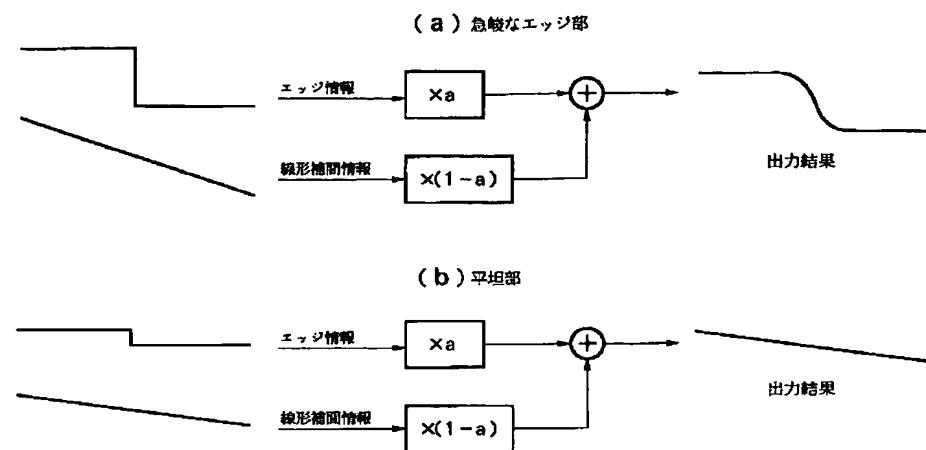
【図7】



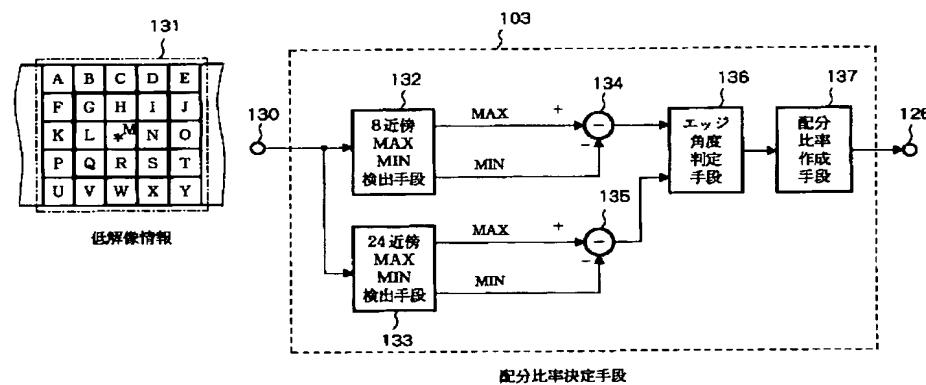
【図26】



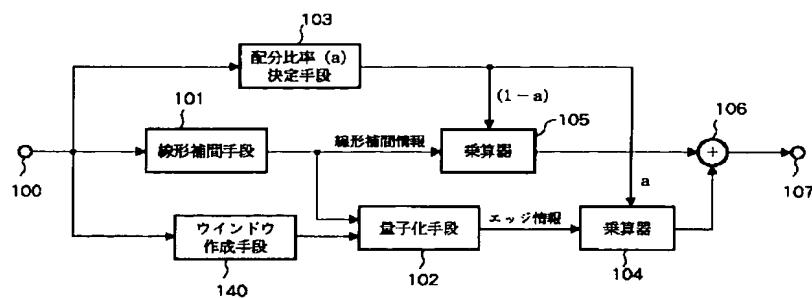
【図8】



【図9】



【図11】



【図14】

| | |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| 200 50 50 50 50 | 150 100 67 50 50 |
| 200 200 50 50 50 | 183 150 100 67 50 |
| 200 200 200 50 50 | 200 183 150 100 67 |
| 200 200 200 200 50 | 200 200 183 150 100 |
| 200 200 200 200 200 | 200 200 200 183 150 |
| (a) | (b) |
| 146 133 118 104 89 80 70 61 57 | 200 200 50 |
| 161 150 133 117 100 89 78 67 61 | 200 200 200 |
| 170 161 146 132 117 104 91 78 70 | 200 200 200 |
| 179 172 159 146 133 118 104 89 80 | 200 200 200 |
| 189 183 172 161 150 133 117 100 89 | 200 200 200 |
| 193 189 179 170 161 146 132 117 104 | 200 200 200 |
| 196 194 188 179 172 139 146 133 118 | 200 200 200 |
| 200 200 196 193 189 179 170 161 146 | 200 200 200 |
| (c) | (d) |
| 200 200 50 50 50 50 50 50 50 | 200 200 50 50 50 50 50 50 50 |
| 200 200 200 50 50 50 50 50 50 | 200 200 200 50 50 50 50 50 50 |
| 200 200 200 200 50 50 50 50 50 | 200 200 200 200 50 50 50 50 50 |
| 200 200 200 200 200 50 50 50 50 | 200 200 200 200 200 50 50 50 50 |
| 200 200 200 200 200 200 50 50 50 | 200 200 200 200 200 200 50 50 50 |
| 200 200 200 200 200 200 200 50 50 | 200 200 200 200 200 200 200 50 50 |
| 200 200 200 200 200 200 200 200 50 | 200 200 200 200 200 200 200 200 50 |
| (e) | (f) |

【図18】

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 |

| | | |
|---|---|---|
| 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |

(a)

(b)

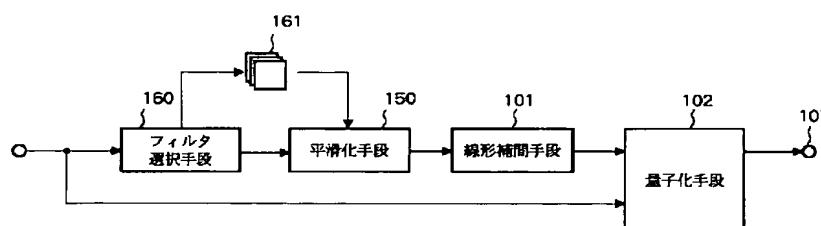
| | | |
|---|---|---|
| 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 |

| | | |
|---|---|---|
| 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

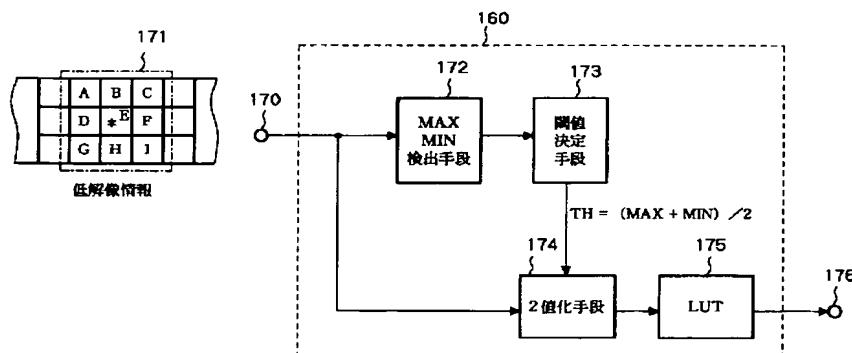
(c)

(d)

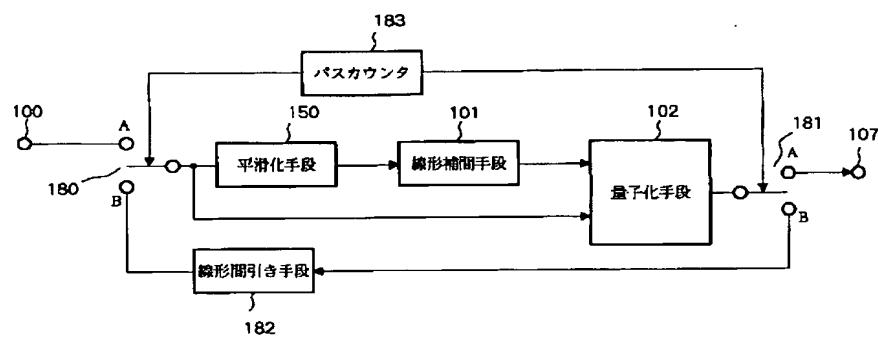
【図15】



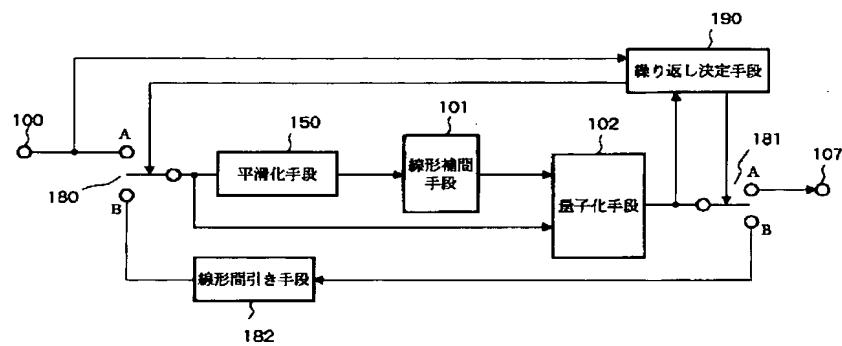
【図16】



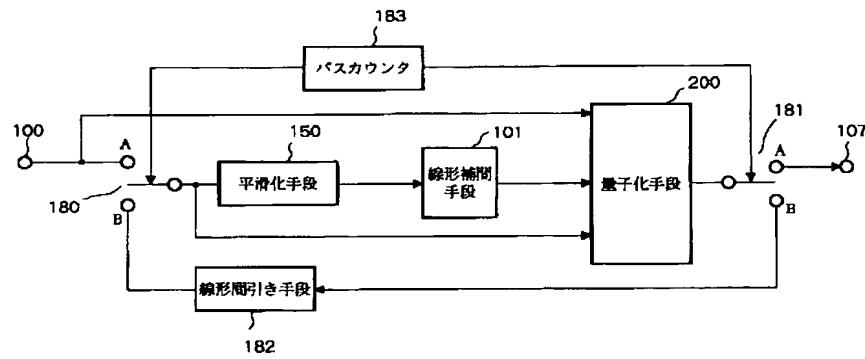
【図19】



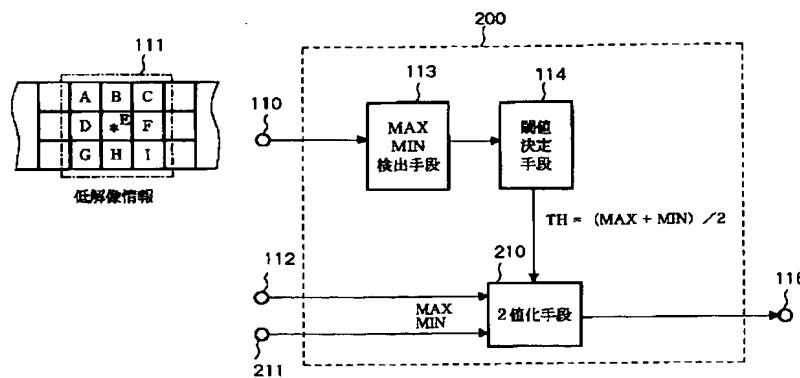
【図22】



【図23】



【図24】



【図27】

| (a) 入力情報 | (b) 最近接内挿法による 解像度変換後の情報 <2倍×2倍> | (c) 共一式内挿法による 解像度変換後の情報 <2倍×2倍> |
|--|--|---|
| 200 10 10 10 10 200 10 10 10 10 200 10 10 10 10 200 | 200 200 10 10 10 10 10 10 200 200 10 10 10 10 10 10 10 10 200 200 10 10 10 10 10 10 200 200 10 10 10 10 10 10 10 10 200 200 10 10 10 10 10 10 200 200 10 10 10 10 10 10 10 10 200 200 10 10 10 10 10 10 200 200 | 200 105 10 10 10 10 10 10 105 105 105 58 10 10 10 10 10 105 200 105 10 10 10 10 10 58 105 105 105 58 10 10 10 10 10 105 200 105 10 10 10 10 10 105 105 105 105 58 10 10 10 10 10 10 105 105 10 10 10 10 10 10 58 105 105 |
| • | • | • |
| • | • | • |
| • | • | • |